

ORIGINALNI RAD / ORIGINAL PAPER

DOI: 10.2298/VETGL1404175K

UDK: 612.664.3: 613.287.5/6:612

**BIOLOŠKI ZNAČAJ RAZLIKA U SASTAVU KOLOSTRUMA I MLEKA
KRAVA I KRMAČA*****THE BIOLOGICAL SIGNIFICANCE OF DIFFERENCES IN COWS AND SOWS
COLOSTRUM AND MILK COMPOSITION**

Kirovski Danijela, Vujanac I., Prodanović R., Đurić M., Sladojević Ž., Savić Đ.**

Cilj rada bio je da se uporedi sastav kolostruma i mleka krava i krmača (sadržaj suve materije, proteina, mlečne masti i laktoze, koncentracija IGF-I i insulina) u uzorcima uzetim prvog, drugog, trećeg i sedmog dana nakon porođaja i na osnovu razlika u sastavu ustanovi biološki značaj u ishrani njihovog podmlatka u najranijoj fazi života. U ispitivanje je uključeno 14 krava holštajn rase i 14 krmača rase landras. Procenat suve materije i koncentracija proteina u uzorcima kolostruma i mleka krava bili su statistički značajno viši u odnosu na sekret mlečne žlezde krmače u uzorcima uzetim prvog dana nakon porođaja ($p < 0,01$ i $p < 0,001$, pojedinačno) ali je smanjenje njihovog sadržaja u sekretu mlečne žlezde tokom prvih sedam dana bilo izraženije kod krava u odnosu na krmače. Koncentracija IGF-I bila je statistički značajno viša u kolostrumu i mleku krava u odnosu na krmače tokom celog perioda ispitivanja, dok je koncentracija insulina bila značajno viša kod krmača u odnosu na krave tokom istog perioda. Koncentracije mlečne masti i laktoze u uzorcima mleka krava bile su značajno niže u odnosu na krmače u svim periodima ispitivanja. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da postoje značajne razlike u sastavu kolostruma i mleka kod dve ispitivane vrste životinja. Te razlike su najverovatnije posledica evolutivnog prilagođavanja funkcije mlečne žlezde nutritivnim, energetske i zaštitnim potrebama mladunčadi ovih vrsta životinja u panom postnatalnom životu.

Ključne reči: krave, krmače, mleko, kolostrum

* Rad primljen za štampu 02. 07. 2013. godine

** Dr sci. vet. med. Danijela Kirovski, profesor, dr sci. vet. med. Ivan Vujanac, docent, dr sci. vet. med. Radiša Prodanović, asistent, Miloje Đurić, asistent, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu, Srbija; dr sci. vet. med. Željko Sladojević, „Veterina sistem Sladojević“, Gradiška, Republika Srpska; dr sci. vet. med. Đorđe Savić, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Banjaluci, Republika Srpska

Uvod / Introduction

Mleko, odnosno kolostrum, predstavlja osnovnu hranu za mladunčad sisara u ranom postnatalnom periodu (Abd El-Fattah i sar., 2012). Visok sadržaj proteina, od kojih najveći deo pripada klasi imunoglobulina, čini kolostrum glavnim putem prenošenja pasivnog imuniteta sa majke na potomstvo (Saucedo i sar., 2003). Kolostrum sadrži i visok sadržaj energetskih materija, pre svega mlečne masti, što je posebno važno za mladunčad koja u prvim danima života imaju nedovoljno razvijen sistem za termoregulaciju i male depoe energije u vidu telesnih masti (Williams i sar., 1995, Strekozov i sar., 2008). Na taj način sastojci kolostruma podstiču razvoj sistema za termoregulaciju (Herpin i LeDividich, 1995) i glukoneogenezu (Girard, 1986) u prvim danima postnatalnog života jedinke. Prisustvo mineralnih soli, u vidu magnezijum-sulfata povoljno utiče na eliminaciju mekonijuma i peristaltiku, a posredno i na iskorištavanje materija iz kolostruma.

Na sastav i kvalitet kolostruma utiče niz faktora, od kojih se prema navodima različitih autora (Maunsell i sar., 1998; Tittle, 2002; Zarcula i sar., 2010) kao posebno važni mogu izdvojiti starost majke, paritet porođaja, rasa, nutritivni i zdravstveni status, godišnje doba, zrelost ploda i mlečne žlezde prilikom porođaja, te postupak sa kolostrumom (način uzimanja i temperatura čuvanja).

Miljković i Veselinović (2000) navode da period lučenja kolostruma traje dva do četiri dana nakon porođaja, te da se potom sadržaj pojedinih sastojaka izjednačava sa mlekom. Šamanc (2001) navodi da kod krmača period lučenja kolostruma traje u prva tri dana laktacije, dok se period do sedmog dana laktacije označava kao prelazni period. Sastav kolostruma se brzo menja i već sedmog dana nakon porođaja koncentracije svih sastojaka dostižu vrednosti koje će se bez značajnijih oscilacija održavati do kraja laktacije. Do najvećih promena dolazi u sadržaju proteina, jer dolazi do smanjenja sadržaja imunoglobulina. Istovremeno dolazi do opadanja koncentracije mlečne masti i porasta koncentracije laktoze, pre svega zbog povećanja količine proizvedenog mleka (Tsioulpas i sar., 2007; Abd El-Fattah i sar., 2012).

U novije vreme posebna pažnja se posvećuje ispitivanju sastava kolostruma i mleka, kao faktora koji direktno utiče na razvoj crevnog sistema novorođenčadi, a time i iskorištavanje materija sadržanih u kolostrumu. Mleko sadrži značajnu količinu metabolički aktivnih hormona, od kojih se izdvajaju insulin i insulinu slični faktori rasta (Jaeger i sar., 1987; Simmen i sar., 1988; Hammon i Blum, 2002). Ovi hormoni deluju na ćelije crevnog epitela novorođenih životinja i uopšte razvoj gastrointestinalnog sistema (Ontsouka i sar., 2004; Flaga i sar., 2011), čime se direktno utiče na njihovu sposobnost za preuzimanje imunoglobulina, a time i na imuni status mladunčadi u periodu kada je njihov organizam najpodložniji infekcijama. Resorpcija imunoglobulina moguća je samo tokom prvih 24-36 sati nakon porođaja, te prisustvo ovih hormona, posebno IGF-I i IGF-II, pozitivno utiče na aktivnost crevnog epitela i iskorištavanje imunoglobulina, a istovremeno ostvaru-

je anabolički efekat na sintezu tkivnih proteina i uopšte rast organizma (Burrin i sar., 1997). Pri tome je dokazano da IGF-II ostvaruje najveći deo svog delovanja utičući na prenatalni razvoj tkiva fetusa, razvoj i diferencijaciju crevnog epitela kod teladi (Georgiev i sar., 2003; Georgieva i sar., 2003; Ontsouka i sar., 2004), dok IGF-I utiče na postnatalni razvoj i diferencijaciju tkiva (Hammon i Blum, 2002), proliferaciju i maturaciju eneterocita, kao i morfologiju i funkcije gastrointestinalnog trakta teladi (Georgiev i sar., 2003; Roffler i sar., 2003). Sadržaj metabolički aktivnih hormona se smanjuje sa napretkom laktacije, te je i njihov anabolički efekat slabije izražen u postkolostralnom periodu (Donovan i sar., 1994).

Pored uticaja na razvoj digestivnog sistema mladunčadi na mlečnoj ishrani, prisustvo bioaktivnih supstanci u kolostrumu, odnosno mleku, utiče i na rast i razvoj same mlečne žlezde i obnovu njenog epitela tokom intenzivne sinteze mleka (Weber i sar., 2000), što je posebno izraženo kod visokomlečnih rasa goveda.

Imajući u vidu da u domaćoj literaturi nema dovoljno podataka o značaju razlika u sastavu kolostruma i mleka krava i krmača, cilj rada bio je da se uporedi sastav kolostruma i mleka krava i krmača i na osnovu toga utvrdi biološki značaj pojedinih sastojaka u ishrani mladunčadi ove dve vrste životinja.

Materijal i metode rada / *Material and methods*

Istraživanje je sprovedeno na ukupno 14 oteljenih krava holštajn rase i 14 oprашenih krmača landras rase, držanih u uobičajenim farmskim uslovima. Sve životinje bile su ujednačene po starosti i nisu pokazivale klinički manifestne poremećaje zdravlja. Uzorci kolostruma, odnosno mleka, uzeti su u sterilne epruvete prvog, drugog, trećeg (kolostrum) i sedmog dana (mleko) nakon porođaja, a potom su čuvani u frižideru na 4° C do analiza. Hemijski sastav uzetih uzoraka kolostruma, odnosno mleka (sadržaj suve materije, koncentracije proteina, mlečne masti i laktoze) određen je na aparatu MilkoScan FT 120, Foss A/S, a koncentracije IGF-I i insulina RIA metodom. Dobijeni podaci su statistički obrađeni metodama deskriptivne statistike i prikazani tabelarno. Značajnost razlika između dobijenih vrednosti za svaki pojedini period ispitivanja, kao i između različitih perioda uzorkovanja u okviru vrste testirana je upotrebom t-testa, a kao statistički značajne uzete su razlike na nivou $p < 0,05$.

Rezultati i diskusija / *Results and Discussion*

Hemijski sastav uzetih uzoraka kolostruma i mleka krava i krmača prikazan je u tabeli 1.

U uzorcima kolostruma krava uzetim prvog dana laktacije sadržaj suve materije bio je statistički značajno viši ($p < 0,001$) u odnosu na krmače, dok su u ostalim periodima ispitivanja ustanovljene statistički značajno niže vrednosti ($p < 0,001$). Sadržaj suve materije u kolostrumu obe vrste životinja opadao je od prvog pre-

ma sedmom danu laktacije. Ovo opadanje je bilo intenzivnije i statistički značajno kod krava, što se može dovesti u vezu sa većom količinom proizvedenog mleka, odnosno razređenjem suve materije mleka. Sadržaj suve materije u kolostrumu krmača u prva tri dana laktacije nije se statistički značajno razlikovao, da bi došlo do njegovog statistički značajnog opadanja u uzorcima uzetim sedmog dana laktacije. Abd El-Fattah i saradnici (2012) navode da sadržaj suve materije u kolostrumu krava holštajn rase prvog dana nakon teljenja iznosi 24,19%, sa trendom postepenog opadanja prema petom danu nakon teljenja. Do sličnih rezultata došli su i drugi istraživači (Mechor i sar., 1992; Kehoe i sar., 2007; Wroński i Sosnowska, 2007). Rezultati našeg istraživanja pokazali su da je sadržaj suve materije u kolostrumu krava prvog dana nakon teljenja bio nešto viši, dok je u ostalim periodima ispitivanja bio u skladu sa navodima ovih autora. Prema Šamancu (2001) kolostrum krmača u prva tri dana laktacije sadrži oko 30%, a u prelaznom periodu (od četvrtog do sedmog dana laktacije) oko 25% suve materije. U poređenju sa ovim navodima, sadržaj suve materije u svim uzetim uzorcima kolostruma, odnosno mleka krmača, ustanovljen u našem istraživanju odgovara prelaznom periodu.

Tabela 1. *Hemijski sastav uzetih uzoraka kolostruma i mleka krava i krmača (X±SD) tokom ispitivanog perioda*

Table 1. *Chemical composition of cows and sows colostrum and milk samples (X±SD) during the investigation period*

| Dan laktacije / Day of lactation | | Parametar / Parameter | | | |
|-------------------------------------|---------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| | | Suva materija / Dry matter (%) | Proteini / Proteins (g/L) | Mlečna mast / Milk fat (g/L) | Laktoza / Lactose (g/L) |
| Prvi / First | Krave / Cows | 30,49 ± 2,85*** ^A | 138,25 ± 52,53*** ^A | 60,00 ± 7,07*** ^A | 21,83 ± 1,86*** ^A |
| | Krmače / Sows | 25,83 ± 2,85 ^A | 89,27 ± 22,10 ^A | 79,75 ± 15,11 ^A | 25,10 ± 2,83 ^A |
| Drugi / Second | Krave / Cows | 18,83 ± 2,99*** ^B | 59,08 ± 28,49* ^B | 49,28 ± 6,26*** ^B | 26,86 ± 3,74*** ^B |
| | Krmače / Sows | 24,75 ± 2,99 ^A | 76,30 ± 10,41 ^A | 96,48 ± 19,73 ^B | 32,20 ± 3,15 ^B |
| Treći / Third | Krave / Cows | 14,26 ± 4,02*** ^C | 33,07 ± 8,86*** ^C | 46,86 ± 5,75 *** ^{CB} | 28,14 ± 4,43*** ^B |
| | Krmače / Sows | 26,21 ± 4,02 ^A | 65,66 ± 4,89 ^B | 95,33 ± 16,84 ^{CB} | 39,69 ± 1,57 ^C |
| Sedmi / Seventh | Krave / Cows | 13,26 ± 3,16*** ^C | 30,50 ± 8,76*** ^C | 37,93 ± 3,85*** ^D | 45,93 ± 3,47*** ^C |
| | Krmače / Sows | 21,51 ± 3,16 ^B | 59,55 ± 4,75 ^C | 78,08 ± 13,41 ^A | 54,41 ± 3,37 ^D |

*p<0,05 u odnosu na vrednost kod krmača istog dana uzorkovanja /

*p<0,05 in regard to the values in sows on the same day of sampling

A,B,C,D – ista slova ukazuju na odsustvo značajne razlike između vrednosti unutar kolone /

A,B,C,D – the same letters point to the absence of a significant difference between the values in the column

Sadržaj proteina u kolostrumu krava prvog dana laktacije bio je statistički značajno viši u odnosu na kolostrum krmača (p<0,01), da bi potom bio statistički značajno niži do kraja ispitivanog perioda (p<0,05, p<0,001, odnosno p<0,001). Naglo smanjenje sadržaja proteina u kolostrumu krava posledica je opadanja sa-

držaja imunoglobulina, kao i razređenja suve materije mleka zbog porasta dnevne mlečnosti. I kod krmača je ustanovljeno opadanje sadržaja proteina, ali je kod njih ovaj trend bio značajno blaži. Sadržaj proteina ustanovljen u kolostrumu krava prvog dana nakon teljenja, kao i trend opadanja sadržaja ukupnih proteina u skladu su sa rezultatima koje za krave holštajn rase navode drugi autori (Mechor i sar., 1992; Kehoe i sar., 2007; Wroński i Sosnowska, 2007; Abd El-Fattah i sar., 2012). Šamanc (2001) navodi da se unutar prvih 24 sata od prašenja sadržaj imunoglobulina u kolostrumu krmača svakog sata smanjuje za 3,4%, pri čemu najveći deo čini smanjenje zastupljenosti imunoglobulina G klase, koji kod svinja čine oko 80% ukupnih imunoglobulina (IgA čine oko 14%, a IgM oko 6%). U postkolostralnom periodu, zastupljenost IgG i IgM u mleku krmača je približno jednaka i iznosi 20, odnosno 18%, dok najveći deo čine IgA, sa približno 62% od ukupnih imunoglobulina. Utvrđene razlike u sadržaju proteina kolostruma i mleka krmača u odnosu na krave, kao i trend promena tokom laktacije, jasno ukazuju da su novorođena telad mnogo više zavisna od stepena resorpcije kolostralnih imunoglobulina i time pasivno stečene imunske zaštite, nego prasad u prvom danu neonatalnog života. Naime, poznato je da kod prasadi, u najranijoj fazi njihovog postnatalnog života, zaštita posredstvom imunoglobulina G klase vrlo rano gubi na značaju, a da zaštitnu ulogu preuzimaju imunoglobulini A klase koji su sekretorne prirode, a čija koncentracija samo neznatno opada u mleku majki i održava se kao nosilac imunske zaštite tokom čitavog perioda laktacije krmača (Šamanc, 2001). Sadržaj suve materije i proteina, ustanovljen kod krmača u našem istraživanju, viši je u svim periodima ispitivanja u odnosu na rezultate do kojih su došli Klobasa i sar. (1987) i Mateo i sar. (2004). Mateo i sar. (2004) smatraju da je sadržaj suve materije i proteina uslovljen pre svega karakteristikama vrste, te da selekcija i ishrana nemaju značajnijeg uticaja na njihove vrednosti, a u prilog tome navode da se njihovi rezultati nisu razlikovali od onih do kojih su došli Bowland i sar. (1949). U našem istraživanju nije ustanovljen trend opadanja sadržaja suve materije prilikom tranzicije kolostruma u mleko krmača od približno 30%, koji navode Klobasa i sar. (1987).

Sadržaj mlečne masti u kolostrumu, odnosno mleku krava bio je statistički značajno niži ($p < 0,001$) u odnosu na krmače u svim periodima ispitivanja, i kod krava je imao trend opadanja prema sedmom danu laktacije, kada je dostigao uobičajenu vrednost od približno 4%. U našem istraživanju, sadržaj mlečne masti u uzorcima kolostruma uzetim prvog dana nakon teljenja nešto je niži u odnosu na rezultate koje su na istoj rasi goveda dobili Abd El-Fattah i sar. (2012), što je najverovatnije posledica razlika u sastavu obroka i količini proizvedenog kolostruma. Trend opadanja sadržaja mlečne masti sa napretkom laktacije, ustanovljen u našem istraživanju, opisali su i pomenuti autori. Nasuprot tome, sadržaj mlečne masti u kolostrumu, odnosno mleku krmača imao je statistički značajan trend porasta u prva tri dana laktacije, da bi sedmog dana opao do vrednosti koja se nije statistički značajno razlikovala od one ustanovljene prvog dana laktacije. Statistički značajno viši sadržaj mlečne masti u kolostrumu, odnosno mleku krmača u

odnosu na krave ima za posledicu veću energetska vrednost mleka krmača, koja omogućava intenzivniji porast prasadi u prvim danima života. Šamanc (2001) navodi da se sadržaj mlečne masti u kolostrumu kreće između 30 i 70 g/L i da je približno jednak sadržaju mlečne masti u mleku krmača nakon prelaznog perioda (50-60 g/L). Prema ovom autoru sadržaj mlečne masti u mleku u prelaznom periodu je viši nego u kolostrumu i kreće se oko 110 g/L. U našem istraživanju je ustanovljeno da je sadržaj mlečne masti u kolostrumu krmača tokom prva tri dana nakon prašenja bio viši u odnosu na navode ovog autora, dok su sedmog dana nakon prašenja ustanovljene nešto niže vrednosti.

Sadržaj laktoze u kolostrumu, odnosno mleku obe vrste postepeno je rastao od dana porođaja prema kraju ispitivanog perioda, pri čemu je ovaj porast bio intenzivniji kod krmača. Tokom celog perioda ispitivanja, sadržaj laktoze u mleku krmača bio je veći u odnosu na krave, što dodatno povećava energetska vrednost mleka krmača i doprinosi intenzivnom porastu prasadi u prvim danima života. Imajući u vidu da je laktoza osmotski aktivan sastojak mleka, i da povlači značajnu količinu vode, postepeni porast sadržaja laktoze sa napretkom laktacije istovremeno je i jedan od uzroka povećanja dnevne proizvodnje mleka. Abd El Fattah i saradnici (2012) navode da je koncentracija laktoze u uzorcima kolostruma krava uzetim prvog dana nakon teljenja iznosila 1,89%, da bi potom postepeno rasla, i četrnaestog dana nakon teljenja iznosila 4,57%. U našem istraživanju prvog dana nakon teljenja ustanovljene su nešto više vrednosti sadržaja laktoze u odnosu na rezultate ovih autora, dok su trend kretanja sadržaja laktoze prema kraju ispitivanog perioda, i vrednosti ustanovljene sedmog dana nakon teljenja bile u skladu sa njima.

Kada se analizira značaj koncentracija mlečne masti i laktoze u kolostrumu i mleku ispitivanih vrsta životinja za razvoj njihovog podmlatka, jasno se zapaža da prasad alimentarnim putem dobijaju mnogo više energetskih prekursora sa kolostrumom i mlekom nego telad. Takva je istovremeno i potreba ove mladunčadi jer prasad imaju značajno veći dnevni prirast telesne mase (u uzrastu od sedam dana udvostruče telesnu masu u odnosu na težinu pri rođenju), a proces glukoneogeneze se kod njih aktivira kasnije, odnosno krajem druge nedelje života (Bieber i sar., 1979). Na taj način se može zaključiti da kolostrum i mleko krmača sadrže u dovoljnoj količini sve organske sastojke neophodne za efikasno odvijanje metaboličkih procesa.

Koncentracija IGF-I i insulina u uzetim uzorcima kolostruma i mleka krava i krmača prikazana je u tabeli 2.

Kolostrum i mleko, pored gradivnih materija i energije, mladuncima sisara u prvim danima života obezbeđuju i niz bioaktivnih supstanci, među kojima su hormoni, enzimi i faktori rasta, koji podstiču i regulišu razvoj digestivnih organa, pre svega crevnog trakta (Buhler i sar., 1998; Blattler i sar., 2001; Blum i Baumrucker, 2002; Kirovski i sar., 2008; Flaga i sar., 2011). Prema rezultatima do kojih su došli Flaga i sar. (2011), unošenje bioaktivnih supstanci putem kolostruma, odnosno mleka najizraženiji uticaj na razvoj digestivnih organa ima upravo u prvim dani-

ma života, zbog čega se propusti u ovom periodu odgoja kasnije ne mogu nadoknaditi. Pored direktnog uticaja, unošenje ovih sastojaka kolostruma, odnosno mleka ostvaruje i indirektni uticaj na razvoj digestivnog sistema mladih životinja, jer utiče na lokalnu sintezu bioaktivnih supstanci i faktora rasta, pre svega IGF-I i IGF-II (Ontsouka i sar., 2004). Jehle i saradnici (1999) navode da IGF-II i insulin učestvuju u regulaciji diferencijacije crevnog epitela, dok se efekat IGF-I ogleda u stimulaciji proliferacije ćelija crevnih kripti. Baumrucker i sar. (1994) i Hammon i Blum (2002) su ustanovili da su u digestivnom traktu novorođene teladi prisutni receptori za insulin, IGF-I i IGF-II, preko kojih se ostvaruje dejstvo ovih molekula na lokalni rast i razvoj digestivnog trakta, kako onih poreklom iz kolostruma i mleka, tako i onih sintetisanih u organizmu novorođene teladi (Xu i sar., 1994; Odle i sar., 1996; Blum i Baumrucker, 2002). Prisustvo receptora za insulin IGF-I i IGF-II u digestivnom traktu novorođene prasadi opisali su Schober i sar. (1990). Na taj način uneti, lokalno sintetisani i molekuli insulina i IGF-I i II koji se nalaze u cirkulaciji ostvaruju svoj uticaj na morfološki status i funkcionalnu aktivnost gastrointestinalnog trakta teladi.

Tabela 2. Koncentracija IGF-I i insulina ($X \pm SD$) u uzetim uzorcima kolostruma i mleku krava i krmača tokom ispitivanog perioda /

Table 2. Concentration of IGF-I and insulin ($X \pm SD$) in cows and sows colostrum and milk samples during the investigation period

| Dan laktacije / Day of lactation | | Parametar / Parameter | |
|----------------------------------|---------------|-----------------------------|------------------------------|
| | | IGF-I (nmol/L) | Insulin (μU/L) |
| Prvi / First | Krave / Cows | 59,43±23,35*** ^A | 137,84±59,24*** ^A |
| | Krmače / Sows | 22,75±5,53 ^A | 432,50±93,72 ^A |
| Drugi / Second | Krave / Cows | 33,65±15,54** ^B | 67,75±42,78*** ^B |
| | Krmače / Sows | 18,66±3,54 ^B | 414,43± 94,19 ^A |
| Treći / Third | Krave / Cows | 20,65±10,83* ^C | 29,14±14,10*** ^C |
| | Krmače / Sows | 13,64±3,07 ^C | 107,78±22,96 ^B |
| Sedmi / Seventh | Krave / Cows | 15,88±8,09*** ^C | 8,18±2,29*** ^D |
| | Krmače / Sows | 6,35±1,85 ^D | 30,86±5,68 ^C |

*p < 0,05 u odnosu na vrednost kod krmača istog dana uzorkovanja /

*p<0,05 in regard to the values in sows on the same day of sampling

A,B,C,D – ista slova ukazuju na odsustvo značajne razlike između vrednosti unutar kolone /

A,B,C,D – the same letters point to the absence of a significant difference between the values in the column

Efekat insulinu sličnih faktora rasta na razvoj digestivnog sistema teladi i prasadi uslovljen je njihovom koncentracijom u kolostrumu, odnosno mleku, iako više autora (Baumrucker i sar., 1994; Lee i sar., 1995; Vacher i sar., 1995; Burrin i sar., 1996a,b; Houle i sar., 1997; Donovan i sar., 1997; Hammon i sar., 2000) navodi da je resorpcija IGF-I iz kolostruma minimalna. U slučaju da se kolostrum ne uno-

si tokom prva 24 sata postnatalnog života, ili se unosi u nedovoljnoj količini, dolazi do opadanja koncentracije IGF-I u krvi, što je dokazano ogledima u kojima je telad napajana različitom količinom kolostruma (Kirovski i sar., 2002), vodom, glukozom ili punim mlekom (Lee i sar., 1995; Grüter i Blum, 1991).

Istraživanja koja su sprovedeli Burrin i sar. (1992) pokazala su da prisustvo insulina sličnih faktora rasta u kolostrumu ima izrazit anabolički efekat na sintezu tkivnih proteina kod prasadi.

Koncentracija IGF-I u kolostrumu i mleku krava, ustanovljena u našem istraživanju, bila je statistički značajno viša u svim periodima ispitivanja u odnosu na krmače, pri čemu je kod obe vrste životinja ustanovljen trend njenog opadanja od dana porođaja prema kraju ispitivanog perioda. Abd El-Fattah i sar. (2012) su u svom istraživanju, sprovedenom na kravama holštajn rase, ustanovili da je koncentracija IGF-I u kolostrumu krava bila najviša odmah nakon teljenja (721,90 ng/ml), te da je u prvih šest sati nakon teljenja ustanovljeno njeno opadanje za 40,20%. Prema ovim autorima, koncentracija IGF-I u kolostrumu krava u prvih pet dana nakon teljenja opala je za 76,03% od početnih vrednosti. U našem istraživanju ustanovljen je sličan trend opadanja koncentracije IGF-I u kolostrumu krava, jer je njegova koncentracija opala za 43,38% između prvog i drugog dana nakon teljenja, da bi u uzorcima mleka uzetim sedmog dana nakon teljenja iznosila svega 26,72% od vrednosti ustanovljenih prvog dana nakon teljenja. Ustanovljeni trend opadanja koncentracije IGF-I u kolostrumu krava u našem istraživanju u skladu je i sa rezultatima do kojih su došli Hammon i saradnici (2000). Kod krmača je ustanovljen blaži trend opadanja koncentracije IGF-I, koja se između prvog i drugog dana nakon prašenja smanjila za petinu, a sedmog dana nakon prašenja dostigla 27,91% od vrednosti ustanovljenih prvog dana ispitivanja. Značajno viša koncentracija IGF-I u kolostrumu i mleku krava u odnosu na krmače je u skladu sa izraženom potrebom neonatalnih teladi za resorpcijom imunoglobulina G klase tokom prvog dana života. Kao što je prethodno napomenuto kod ove vrste životinja, ovi imunoglobulini predstavljaju osnovu njihove pasivne zaštite u prvim danima života, a faktori rasta su ti koji imaju izražen stimulativni uticaj na pravilan razvoj crevnog epitela a time i pravilnu i potpunu resorpciju imunoglobulina.

Insulin prisutan u kolostrumu, odnosno mleku, takođe se ne resorbuje iz creva teladi (Grütter i Blum, 1991), te je porast koncentracije insulina u cirkulaciji rezultat njegove endogene sekrecije kao odgovora na unos hrane (Hammon i sar., 2000). Pri tome je važno naglasiti da je sekrecija insulina slabija ukoliko se unos kolostruma odloži ili potpuno izostane (Hammon i sar., 2000), što je najverovatnije posledica nepovoljnijeg energetskog i nutritivnog statusa zbog slabije sposobnosti crevnog epitela za resorpciju i iskorišćavanje sastojaka kolostruma (Hammon i Blum, 1997; Bühler i sar., 1998). Porast koncentracije insulina u cirkulaciji predstavlja potencijalni uzrok hipoglikemije, što je posebno važno kada su u pitanju prasad, čije su energetske rezerve u prvim danima života ograničene. Zbog toga, viši sadržaj energije u kolostrumu i mleku krmača u odnosu na krave, koji se ogleda u većem sadržaju mlečne masti i laktoze, doprinosi preživljavanju prasa-

di u prvim danima života. Bez obzira na to, prasadi, za razliku od teladi, pri nižim temperaturama ambijenta pokazuju sklonost ka nastajanju bolesnih stanja koja karakterišu hipoglikemija i hipotermija. Dalje, hipoglikemija kod novorođenih je-dinki ove vrste često dovodi do poremećaja regeneracije, sekrecije, resorpcije sluzokože digestivnog trakta, što se kod prasadi često ispoljava sklonošću ka pojavi proliva (Šamanc, 2001).

Davis i sar. (1997) ustanovili su pozitivnu korelaciju između koncentracije insulina u cirkulaciji i intenziteta sinteze mišićnih proteina kod novorođene prasadi (anabolički efekat), pri čemu je osetljivost tkiva na insulin sa starošću opadala (dan prašenja, sedmi i 26. dan života prasadi), ali nije bilo progresivnog opadanja u ovoj osetljivosti (iako se sekrecija insulina kao odgovor na unos hrane povećala približno sedmostruko, osetljivost je opadala nekim drugim ritmom) (Burrin i sar., 1995; Davis i sar., 1996).

Koncentracija insulina u uzorcima kolostruma, odnosno mleka krava bila je statistički značajno niža u svim periodima ispitivanja u odnosu na vrednosti ustanovljene kod krmača, iako je kod obe vrste životinja ustanovljen trend opadanja od dana porođaja prema kraju ispitivanog perioda. Opadajući trend bio je izraženiji kod krava, kod kojih se koncentracija insulina u uzorcima kolostruma drugog dana nakon teljenja prepolovila, da bi sedmog dana nakon teljenja iznosila svega 5,93% od vrednosti ustanovljenih na dan teljenja. Do sličnih rezultata došli su Hammon i saradnici (2000), koji su ustanovili da se koncentracija insulina u kolostrumu krava između prve i druge muže po teljenju smanjila za 47,19% (sa 65,9 na 34,8 µg/L), da bi u mleku iznosila svega 1,67% od početnih vrednosti. Istovremeno, koncentracija insulina u kolostrumu krmače se održavala približno jednaka u prva dva, trećeg dana nakon prašenja smanjila se na približno jednu četvrtinu, da bi sedmog dana nakon prašenja iznosila svega 7,14% od vrednosti ustanovljenih na dan prašenja.

Zaključak / Conclusion

Važnost pravovremenog unosa kolostruma u dovoljnoj količini do sada je razmatrana uglavnom u pogledu uticaja na imuni status novorođenih životinja. Međutim, pored značaja za formiranje imuniteta i nutritivnog značaja, unos kolostruma utiče i na razvoj digestivnog sistema novorođenih životinja, što se ogleda u prisustvu bioaktivnih supstanci, kao što su IGF-I i insulin. Ove supstance potenciraju razvoj crevnog sistema novorođenih životinja i omogućavaju maksimalno iskorišćavanje hranljivih sastojaka i imunoglobulina iz kolostruma i, kasnije, mleka, čime direktno i indirektno utiču na zdravstveni i nutritivni status, kao i rast mladunčadi. Slično sadržaju suve materije, ukupnih proteina i imunoglobulina, sadržaj bioaktivnih supstanci u kolostrumu se smanjuje sa napretkom laktacije, pri čemu je dinamika promena sadržaja pojedinih sastojaka evolutivno prilagođena

karakteristikama vrste, nutritivnim i enegetskim potrebama mladunčadi, kako bi se omogućilo njihovo preživljavanje u prvim danima života.

NAPOMENA / ACKNOWLEDGMENT:

Ovaj rad je urađen u okviru Projekta III 46002 finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije. /

This work was realized within the Project III 46002 supported by Ministry of Education, Science and Technological Development of Republic of Serbia.

Literatura / References

1. Abd El-Fattah AM, Abd Rabo FHR, EL-Dieb SM, El-Kashef HA. Changes in composition of colostrum of Egyptian buffaloes and Holstein cows. *BMC. Vet Res* 2012; 8: 19.
2. Baumrucker CR, Hadsell DL, Blum JW. Effects of dietary insulin-like growth factor I on growth and insulin-like growth factor receptors in neonatal calf intestine. *J Anim Sci* 1994; 72: 428-33.
3. Bieber LL, Helmrich T, Dolanski EA, Olgaard MK, Choi Y, Belanger LL. Gluconeogenesis in neonatal piglet liver. *J Anim Sci* 1979; 49: 250-7.
4. Blättler U, Hammon HM, Morel C, Philipona C, Rauprich A, Rome V, Le Hue`rou-Luron I, Guillo-teau P, Blum JW. Feeding colostrum, its composition and feeding duration variably modify proliferation and morphology of the intestine and digestive enzyme activities of neonatal calves. *J Nutr* 2001; 131: 1256-63.
5. Blum JW, Baumrucker CR. Colostral insulin-like growth factors and related substances: mammary gland, and neonatal (intestinal and systemic) targets. *Domest Anim Endocrinol* 2002; 23: 101-10.
6. Bowland, J. P., Grummer R. H., Phillips P. H., Bohstedt G. The effect of plane of nutrition on the composition of sows' colostrum and milk. *J Anim Sci* 1949; 8: 199-206.
7. Bühler C, Hammon H, Rossi GL, Blum JW. Small intestinal morphology in eight-day-old calves fed colostrum for different durations or only milk replacer and treated with long-R3-insulin-like growth factor I and growth hormone. *J Anim Sci* 1998; 76: 758-65.
8. Burrin DG, Davis TA, Fiorotto ML, Reeds PJ. Role of milk-borne vs endogenous insulin-like growth factor I in neonatal growth. *J Anim Sci* 1997; 75: 2739-43.
9. Burrin DG, Wester TJ, Davis TA, Amick S, Heath JP. Orally administered IGF-I increases intestinal mucosal growth in formula-fed neonatal pigs. *Am J Physiol* 1996b; 270: R1085-91.
10. Burrin DG, Davis TA, Ebner S, Schoknecht PA, Fiorotto ML, Reeds PJ, McAvoy S. Nutrient-independent and nutrient-dependent factors stimulate protein synthesis in colostrum-fed newborn pigs. *Pediatr Res* 1995; 37: 593-9.
11. Burrin DG, Hadsell DL, Fiorotto ML, Rosen JM. Intestinal growth and protein synthesis is stimulated in neonatal offspring suckled on transgenic mice with targeted overexpression of des(1-3) human IGF-I in the mammary gland. *Proc 10th Int Congr Endocrinol* 1996a; 1: 462 (Abstr).
12. Burrin DG, Shulman RJ, Reeds PJ, Davis TA, Gravitt KR. Porcine colostrum and milk stimulate visceral organ and skeletal muscle protein synthesis in neonatal piglets. *J Nutr* 1992; 122: 120-13.
13. Davis TA, Burrin DG, Fiorotto ML, Nguyen HV. Protein synthesis in skeletal muscle and jejunum is more responsive to feeding in a 7- than in 26-day-old pigs. *Am J Physiol* 1996; 270: E802-9.
14. Davis TA, Fiorotto ML, Burrin AG, Pond WG, Nguyen HV. Intrauterine growth restriction does not alter the response of protein synthesis to feeding in newborn pigs. *Am J Physiol* 1997; 272: E877-84.

15. Donovan SM, J Chao C-J, Zijlstra RT, Odle J. Orally administered iodinated recombinant human insulin-like growth factor-I (IGF-I) is poorly absorbed by the neonatal piglet. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1997; 24: 1-782.
16. Donovan SM, McNeil LK, Jimenez-Flores R, Odle J. Insulin-like growth factors and insulin-like growth factor binding proteins in porcine serum and milk throughout lactation. *Pediatr Res* 1994; 36: 159-68.
17. Elfstrand L, Lindmark-Månsson H, Paulsson M, Nyberg L, Åkesson B. Immunoglobulins, growth factors and growth hormone in bovine colostrum and the effects of processing. *Int Dairy J* 2002; 12: 879-87.
18. Flaga J, Górka P, Kowalski ZM, Kaczor U, Pietrzak P, Zabielski R. Insulin-like growth factors 1 and 2 (IGF-1 and IGF-2) mRNA levels in relation to the gastrointestinal tract (GIT) development in newborn calves. *Polish J Vet Sci* 2011; 14(4): 605-13.
19. Georgiev IP, Georgieva TM, Pfaffl M, Hammon HM, Blum JW. Insulin-like growth factor and insulin receptors in intestinal mucosa of neonatal calves. *J Endocrinol* 2003; 176: 121-32.
20. Georgieva TM, Georgiev IP, Ontsouka E, Hammon HM, Pfaffl MW, Blum JW. Abundance of message for insulin-like growth factors-I and -II and for receptors for growth hormone, insulin-like growth factors-I and -II, and insulin in the intestine and liver of pre- and full-term calves. *J Anim Sci* 2003; 81: 2294-300.
21. Girard J. Gluconeogenesis in late and early neonatal life. *Biol Neonate* 1986; 59: 257-67.
22. Grütter R, Blum JW. Insulin and glucose in neonatal calves after peroral insulin and intravenous glucose administration. *Reprod Nutr Dev* 1991; 31:389-97.
23. Hammon HM, Zanker IA, Blum JW. Delayed Colostrum Feeding Affects IGF-I and Insulin Plasma Concentrations in Neonatal Calves. *J Dairy Sci* 2000; 83: 85-92.
24. Hammon HM, Blum JW. Feeding different amounts of colostrum or only milk replacer modify receptors of intestinal insulin-like growth factors and insulin in neonatal calves. *Domest Anim Endocrinol* 2002; 22: 155-68.
25. Hammon H, Blum JW. Enhanced xylose absorption in neonatal calves by prolonged colostrum feeding. *J Anim Sci* 1997; 75: 2915-9.
26. Herpin P, LeDividich J. Thermoregulation and the environment. In: M. A. Varley (Ed.) *The Neonatal Pig: Development and Survival*. CAB International, Wallingford, UK. 1995, 57-95.
27. Houle VM, Schroeder EA, Laswell SC, Donovan SM. Small intestinal disaccharidase activity and ileal villus height are increased in piglet consuming formula containing recombinant human insulin-like growth factor-I. *Pediatr Res* 1997; 42: 78-86.
28. Jaeger LA, Lamar CH, Bottoms GD, Cline TR. Growth stimulating substances in porcine milk. *Am J Vet Res* 1987; 48: 1531-3.
29. Jehle PM, Fussgaenger RD, Blum WF, Angelus NK, Hoeflich A, Wolf E, Jungwirth RJ. Differential autocrine regulation of intestinal epithelial cell proliferation and differentiation by insulin-like growth factor (IGF) system component. *Horm Metab Res* 1999; 31: 97-102.
30. Kehoe SI, Jayarao BM, Heinrichs AJ. A survey of bovine colostrum composition and colostrum management practices on Pennsylvania dairy farms. *J Dairy Sci* 2007; 90(9): 4108-16.
31. Kirovski D, Nikolić JA, Stojić V. Serum levels of insulin-like growth factor I and total protein in newborn calves offered different amounts of colostrums. *Acta Vet Belgrade* 2002; 52: 5-6, 285-98.
32. Kirovski D, Lazarević M, Baričević-Jones I, Nedić O, Masnikosa R, Nikolić JA. Effects of peroral insulin and glucose on circulating Insulin like growth factor-I, its binding proteins and thyroid hormones in neonatal calves. *Canadian J Vet Res* 2009; 72: 253-8.
33. Klobasa F, Werhahn E, Butler JE. Composition of sow milk during lactation. *J Anim Sci* 1987; 64: 1458-66.
34. Lee CY, Head HH, Feinstein CR, Hayen J, Simmen FA. Endocrine changes and circulating insulin-like growth factors in newborn calves fed colostrum, milk or milk replacer. *AJAS* 1995; 8: 51-8.

35. Mateo CD, Peters DN, Stein HH. Nucleotides in sow colostrum and milk at different stages of lactation. *J Anim Sci* 2004; 82: 1339-42.
36. Maunsell FP, Morin DE, Constable PD, Hurley WL, McCoy GC, Kakoma I, Isaacson RE. Effects of mastitis on the volume and composition of colostrum produced by Holstein cows. *J Dairy Sci* 1998; 81(5): 1291-9.
37. Mechor GD, Gröhn YT, McDowell LR, Van Saun RJ. Specific gravity of bovine colostrum immunoglobulins as affected by temperature and colostrum components. *J Dairy Sci* 1992; 75(11): 3131-5.
38. Miljković V, Veselinović S. Porodiljstvo, sterilitet i veštačko osemenjavanje domaćih životinja, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, 2000.
39. Odle J, Zijlstra RT, Donovan SM. Intestinal effect of milk borne growth factors in neonates of agricultural importance. *J Anim Sci* 1996; 74, 2509-22.
40. Ontsouka CE, Sauter SN, Blum JW, Hammon HM. Effects of colostrum feeding and dexamethasone treatment on mRNA levels of insulin-like growth factors (IGF)-I and -II, IGF binding proteins-2 and -3, and on receptors for growth hormone, IGF-I, IGF-II, and insulin in the gastrointestinal tract of neonatal calves. *Domest Anim Endocrinol* 2004; 26: 155-75.
41. Roffler B, Fah A, Sauter SN, Hammon HM, Gallmann P, Brem G, Blum JW. Intestinal morphology, epithelial cell proliferation, and absorptive capacity in neonatal calves fed milk-born insulin-like growth factor-I or a colostrum extract. *J Dairy Sci* 2003; 86: 1797-806.
42. Šamanc H. Poremećaji funkcije mlečne žlezde u: Stamatović S, Šamanc H. Bolesti svinja, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, 2001, 301-27.
43. Saucedo JS, Avendaño L, Alvarez FD, Renteria TB, Moreno JF, Montaño MF, Gallegos MP. Effect of calving season on colostrum quality and growth of dairy calves in a hot arid region. *Proceedings. Western Section. American Society of Animal Science* 2003; 54.
44. Schober DA, Simmen FA, Hadsell DL, Baumrucker CR. Perinatal expression of type I IGF receptors in porcine small intestine. *Endocrinology* 1990; 126: 1125-32.
45. Simmen FA, Simmen RCM, Reinhart G. Maternal and neonatal somatomedin C/insulin-like growth factor-I (IGF-I) and IGF binding proteins during early lactation in the pig. *Dev Biol* 1988; 130: 16-27.
46. Strekozov NI, Motova EN, Fedorov YN. Evaluation of the chemical composition and immunological properties of colostrum of cows' first milk yield. *Russ Agric Sci* 2008; 34(4): 259-60.
47. Tittle DJ. Factors affecting colostrum quality. *Cattle Pract* 2002; 10(2): 131-6.
48. Tsioulpas A., Grandison A.S., Lewis M.J. Changes in physical properties of bovine milk from the colostrum period to early lactation. *J Dairy Sci* 2007; 90(11): 5012-17.
49. Vacher P-Y, Bestetti G, Blum JW. Insulin-like growth factor I absorption in the jejunum of neonatal calves. *Biol Neonate* 1995; 68: 354-67.
50. Weber MS, Purup S, Vestergaard M, Akers RM, Sejrsen K. Regulation of Local Synthesis of Insulin-Like Growth Factor-I and Binding Proteins in Mammary Tissue. *J Dairy Sci* 2000; 83: 30-7.
51. Williams IH. Sows' milk as a major nutrient source before weaning. In: D. P. Hennessy and P. D. Cranwell (Ed.) *Manipulating Pig Production V. Australasian Pig Science Association, Werribee, Victoria, Australia.* 1995, 107-13.
52. Wroński M, Sosnowska W. Physiochemical properties of colostrum and milk from Angus and Black-and-White cows during the first ten days after calving. *Pol J Natur Sci* 2007; 22(4): 620-32.
53. Xu RJ, Birtles MJ, Breier BH, Gluckman PD. Effects of oral IGF-I or IGF-II on digestive organ growth in newborn piglets. *Biol Neonate* 1994; 66: 280-7.
54. Zarcula S, Cernescu H, Mircu C, Tulcan C, Morvay A, Baul S, Popovici D. Influence of breed, parity and food intake on chemical composition of first colostrum in cow. *Animal Sci Biotechnol* 2010; 43(1): 154-7.

ENGLISH

THE BIOLOGICAL SIGNIFICANCE OF DIFFERENCES IN COWS AND SOWS COLOSTRUM AND MILK COMPOSITION

Kirovski Danijela, Vujanac I., Prodanović R., Đurić M., Sladojević Ž., Savić Đ.

The objective of this work was to compare the composition of colostrum and milk of cows and sows (content of dry matter, protein, milk fat and lactose, concentration of IGF-I and insulin) in samples taken on the first, second, third and seventh day after parturition, and then based on the differences in composition to determine a biological significance of nutrition of newborn during the earliest stages of their life. The investigation included 14 cows of Holstein breed and 14 sows of Landrace breed. The content of dry matter and the concentration of proteins in both colostrum and milk samples were statistically significantly higher in regard to sows mammary glands secretion, taken on the first day after the parturition ($p < 0,01$ and $p < 0,001$, individually), but their decrease in mammary glands secretion was more pronounced in the cows than the sows, during the first seven days. The concentration IGF-I was statistically significantly higher in the cows colostrum and milk in regard to the sows during the whole investigation period, while the concentration of insulin was significantly higher in the sows in regard to the cows during the same period. The concentrations of milk fat and lactose in cows milk samples were significantly lower in regard to the sows in all period of the study. On the basis of the obtained results, it can be concluded that there are significant differences in the composition of milk and colostrum of both the investigated animal species. The differences are probably the result of evolutionary adaptation of mammal gland function to nutrition, energy and protection requirements of these young animals in their early postnatal life.

Key words: cows, sows, milk, colostrum

РУССКИЙ

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ РАЗЛИЧИЙ В СОСТАВЕ КОЛОСТРУМА И МОЛОКА КОРОВ И СВИНОМАТОК

Даниела Кировски, И. Вуянац, Р. Проданович, М. Джурич, Ж. Сладоевич, Дж. Савич

Цель исследования – сопоставление состава кolostruma и молока коров и свиноматок (содержание сухого вещества, протеинов, молочного жира и лактозы, концентрация IGF-I и инсулина) в образцах, взятых в первый, второй, третий и седьмой день после отела (опороса) и установление на основе различий в составе их биологического значения в рационе потомства в самой ранней фазе жизни. Исследование проводилось с участием 14 коров голштинской породы и 14 свиноматок породы ландрас. Процент сухого вещества и концентрация протеина в образцах кolostruma и молока коров по статистике были значительно выше, чем в секрете молочной железы свиноматок в образцах, взятых в первый день после родов ($p < 0,01$ и $p < 0,001$, в отдельности), но снижение их содержания в секрете молочной железы в течение первых семи дней было более выраженным у коров, чем у свиноматок.

Концентрация IGF-I по статистике была значительно выше в колоструме и молоке коров по сравнению со свиноматками на протяжении всего периода исследования, при этом концентрация инсулина у свиноматок была выше, чем у коров в течение того же периода. Концентрация молочного жира и лактозы в образцах молока коров были значительно ниже, чем у свиноматок во все периоды исследования. На основе полученных результатов можно сделать вывод о наличии существенных различий в составе колоstrума и молока двух видов исследованных животных. Эти различия, вероятно, являются следствием эволюционного приспособления функции молочной железы в пищевым, энергетическим и защитным потребностям детенышей данных видов животных в постнатальный период жизни.

Ключевые слова: коровы, свиноматки, молоко, колоstrум